



# PENGUNAAN MOVING AVERAGE DENGAN METODE HYBRID ARTIFICIAL NEURAL NETWORK DAN FUZZY INFERENCE SYSTEM UNTUK PREDIKSI CUACA

**Fahrur Rozi<sup>1)</sup>, Farid Sukmana<sup>2)</sup>**

<sup>1)</sup>Jurusan Pendidikan Teknologi Informasi, STKIP PGRI Tulungagung  
Jl Mayor Sujadi Timur no.7. Tulungagung

<sup>2)</sup>Jurusan Teknik Informatika Universitas, Muhammadiyah Gresik  
Jl Sumatera No. 101 GKB Gresik 61121

e-mail: [rozi.fahrur04@gmail.com](mailto:rozi.fahrur04@gmail.com)<sup>1)</sup>, [faridsukmana@outlook.com](mailto:faridsukmana@outlook.com)<sup>2)</sup>

## ABSTRAK

*Kebutuhan akan prediksi sangat diperlukan diberbagai sektor kehidupan, salah satunya adalah mengenai prediksi cuaca. Prediksi mengenai cuaca dapat dilakukan dalam rentang waktu tertentu, sehingga untuk dapat memprediksi keadaan cuaca dalam rentang waktu tertentu penelitian ini akan menggunakan moving average dengan metode hybrid artificial neural network dan fuzzy inference system. Data yang digunakan berasal dari BMKG Karangploso, Malang dengan menggunakan empat buah parameter yang mempengaruhi kondisi cuaca, yaitu suhu, tekanan udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin. Performa model menghasilkan tingkat akurasi mencapai 73.91 %.*

**Kata Kunci:** Artificial Neural Network, Cuaca, Fuzzy Inference System, Moving Average, Prediksi

## ABSTRACT

*The need for prediction is indispensable in many sectors of life, one of which concerns the prediction is weather. Predictions about the weather can be done within a certain timeframe, so as to be able to predict the weather in a particular time frame of this study will use a moving average with a hybrid method of artificial neural network and fuzzy inference system. The data that used came from BMKG Karangploso, Malang that using four parameters that affect weather conditions, such as temperature, air pressure, humidity, and wind speed. The performance of this model produces an accuracy of 73.91 %.*

**Keywords:** Artificial Neural Network, Fuzzy Inference System, Moving Average, Prediction, Weather.

## I. PENDAHULUAN

Prediksi adalah suatu kegiatan yang meramalkan suatu variable dimasa mendatang yang berdasarkan pada data ataupun variable pada masa lampau. Banyak kebutuhan akan prediksi dalam berbagai sektor kehidupan, contohnya : prediksi kurs mata uang, prediksi penyakit, prediksi cuaca, dan lain – lain. Prediksi terhadap cuaca merupakan salah satu penelitian yang akhir – akhir ini sering dilakukan karena keadaan cuaca saat ini yang tidak menentu .

Penelitian mengenai peramalan cuaca telah banyak dilakukan salah satunya adalah penggunaan metode ARIMA dan Transformasi Wavelet yang dilakukan oleh Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) [1]. Terdapat juga penelitian yang menggunakan fuzzy dan jaringan syaraf tiruan untuk meramalkan cuaca [2]. Penggunaan logika fuzzy sebagai metode awal dalam mengelompokkan data yang memiliki tingkat kesamaan yang tinggi sering dilakukan[3][4][5].

Metode hybrid yang memadukan antara konsep Jaringan Syaraf Tiruan dan konsep Logika Fuzzy adalah Adaptive Neuro Fuzzy Inference System (ANFIS). Jaringan syaraf tiruan (JST) merupakan struktur jaringan dimana keseluruhan tingkah laku input-output ditentukan oleh sekumpulan parameter-parameter yang dimodifikasi. Keunggulan dari sistem JST ini adalah kemampuan belajar terhadap informasi numerik melalui proses pembelajaran untuk memperbaiki parameter pada fungsi pembobot dan fungsi aktivasinya. Sementara untuk menentukan aturan-aturan akan dimasukkan kedalam basis kaidah sistem fuzzy dan kesulitan yang dijumpai dalam menentukan jumlah lapisan yang akan digunakan dalam struktur jaringan syaraf, dapat diatasi dengan menggabungkan kedua sistem ini menjadi neuro-fuzzy (ANFIS) [2]. Metode moving average dapat digunakan untuk meramalkan variable yang ada di masa mendatang berdasarkan data time – series sebelumnya[6].

Berdasarkan kelebihan yang dimiliki oleh logika fuzzy dan jaringan syaraf tiruan dalam memprediksi suatu variable serta kemampuan moving average dalam meramalkan data time – series, maka dalam penelitian ini akan

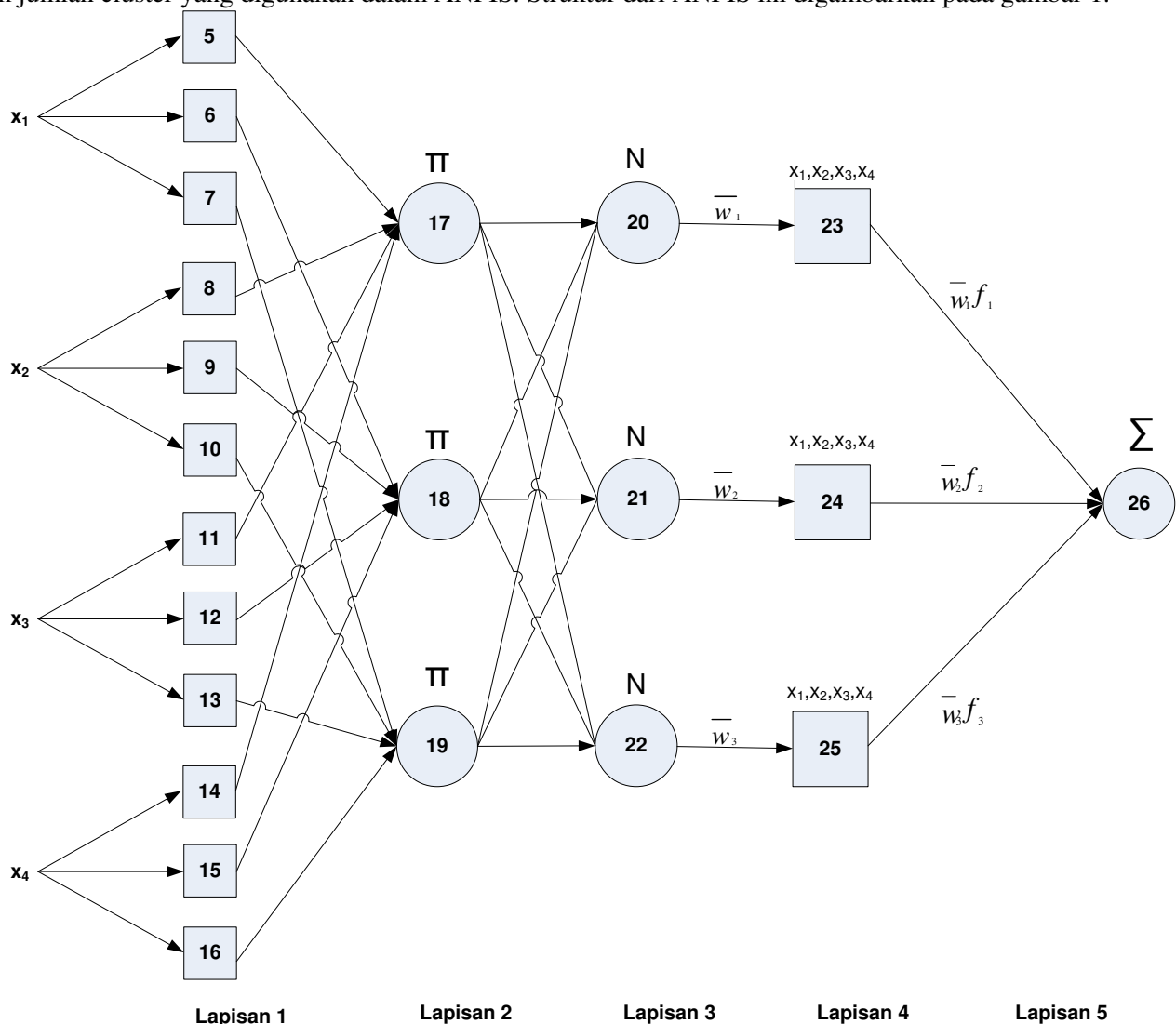
dibuat penggunaan moving average dengan metode hybrid artificial neural network dan fuzzy inference system dalam prediksi cuaca.

## II. METODE

Metode penelitian ini terdiri atas beberapa bagian utama, diantaranya adalah pembelajaran dengan pencarian parameter premis dan konsekuen yang optimal menggunakan ANFIS, serta tahap peramalan cuaca dengan mendapatkan nilai parameter cuaca yaitu: suhu, tekanan udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin menggunakan metode siklis.

### A. Adaptive Neuro Fuzzy Inference System

Pada penelitian ini digunakan empat buah parameter unsur cuaca ( $x_1, x_2, x_3, x_4$ ) dimana setiap parameter memiliki 3 buah variabel linguistik yang digunakan sebagai input ANFIS dan tiga kategori output yang berperan dalam jumlah cluster yang digunakan dalam ANFIS. Struktur dari ANFIS ini digambarkan pada gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur ANFIS

Penjelasan dari tiap-tiap lapisan pada arsitektur jaringan ANFIS :

#### Lapisan 1

Semua simpul pada lapisan ini adalah simpul adaptif (parameter dapat berubah) dengan fungsi simpul pada persamaan 1 :

$$\begin{aligned} O_{1,i} &= \mu_{A_i}(x), \text{ untuk } i = 1,2, \text{ atau} \\ O_{1,i} &= \mu_{B_{i-2}}(y), \text{ untuk } i = 3,4 \end{aligned}$$

(1)

dengan  $x$  dan  $y$  adalah masukan pada simpul  $i$ ,  $A_i$  (atau  $B_{i-2}$ ) adalah fungsi keanggotaan masing-masing simpul. Simpul  $O_{1,i}$  berfungsi untuk menyatakan derajat keanggotaan tiap masukan terhadap himpunan fuzzy  $A$  dan  $B$ . Fungsi keanggotaan yang digunakan adalah jenis generalized bell (gbell), fungsi ini dapat dilihat pada persamaan 2 :

$$\text{bell}(x, a, b, c) = \frac{1}{1 + \left| \frac{x-c}{a} \right|^{2b}} \quad (2)$$

Parameter  $a, b, c$ , pada fungsi keanggotaan gbell dinamakan parameter premis yang adaptif.

### Lapisan 2

Semua simpul pada lapisan ini adalah nonadaptif (parameter tetap). Fungsi simpul ini adalah mengalikan setiap sinyal masukan yang datang. Fungsi simpul seperti pada persamaan 3 :

$$O_{2,i} = w_i = \mu_{A_i}(x) \mu_{B_i}(y), i = 1,2 \quad (3)$$

Tiap keluaran simpul menyatakan derajat pengaktifan (firing strength) tiap aturan fuzzy. Fungsi ini dapat diperluas apabila bagian premis memiliki lebih dari dua himpunan fuzzy. Banyaknya simpul pada lapisan ini menunjukkan banyaknya aturan yang dibentuk.

### Lapisan 3

Setiap simpul pada lapisan ini adalah simpul nonadaptif yang menampilkan fungsi derajat pengaktifan ternormalisasi (normalized firing strength) yaitu rasio keluaran simpul ke- $i$  pada lapisan sebelumnya terhadap seluruh keluaran lapisan sebelumnya, dengan bentuk fungsi simpul seperti pada persamaan 4 :

$$O_{3,i} = \bar{w}_i = \frac{w_i}{w_1 + w_2}, i = 1,2 \quad (4)$$

Apabila dibentuk lebih dari dua aturan, fungsi dapat diperluas dengan membagi  $w_i$  dengan jumlah total  $w$  untuk semua aturan.

### Lapisan 4

Setiap simpul pada lapisan ini adalah simpul adaptif dengan fungsi simpul seperti pada persamaan 5 :

$$O_{4,i} = \bar{w}_i f_i = \bar{w}_i (c_{i1}x_1 + c_{i2}x_2 + c_{i0}) \quad (5)$$

dengan  $\bar{w}_i$  adalah derajat pengaktifan ternormalisasi dari lapisan 3 dan parameter  $c_{i,1}, c_{i,2}, c_{i,0}$  menyatakan parameter konsekuen yang adaptif.

### Lapisan 5

Pada lapisan ini hanya ada satu simpul tetap yang fungsinya untuk menjumlahkan semua masukan. Fungsi simpul seperti pada persamaan 6 :

$$O_{5,i} = \sum_i \bar{w}_i f_i = \frac{\sum_i w_i f_i}{\sum_i w_i} \quad (6)$$

Jaringan ini merupakan tipe pembelajaran supervised learning yang bertujuan untuk melatih jaringan adaptive yang berada pada layer pertama dan layer keempat.

ANFIS merupakan algoritma pembelajaran hybrid, yaitu menggunakan metode steepest descent dan least square estimator. Pada alur maju tepatnya pada lapisan keempat yang merupakan lapisan adaptive akan dilatih parameter konsekuen ( $c_{i,1}, c_{i,2}, c_{i,0}$ ) dengan menggunakan Least Square Estimator. Jika diketahui output aktual cuaca ( $y$ ) dengan matriks desain ( $A$ ) maka dapat diexpresikan ke persamaan 7 :

$$A\theta = y \quad (7)$$

Penyelesaian terbaik untuk  $\theta$ , yang meminimalkan  $\|A\theta - y\|^2$  adalah Least Square Estimator (LSE)  $\theta^*$  :

$$\theta^* = (A^T A)^{-1} A^T y \quad (8)$$

Sementara pada alur mundur tepatnya pada lapisan pertama, parameter premis ( $a, b, c$ ) akan dilatih menggunakan Steepest Descent

### B. Metode Moving Average

Setelah ditemukannya parameter premis dan parameter konsekuen untuk melakukan peramalan maka dibutuhkan nilai parameter unsur cuaca untuk meramalkan kondisi cuaca pada hari ke-(T+1). Metode untuk meramalkan nilai parameter unsur cuaca ini adalah metode Moving Average yang terdapat pada persamaan 9.

$$M_t = F_{t+1} = \frac{Y_t + Y_{t-1} + \dots + Y_{t-n+1}}{n} \quad (9)$$

dimana,  $M_t$  merupakan moving average untuk periode ke-t,  $F_{t+1}$  adalah ramalan untuk periode ke  $t + 1$ ,  $Y_t$  adalah nilai riil pada periode ke-t, sementara n adalah jumlah batas data dalam moving average.

### C. Uji Coba

Untuk mengetahui performa dari model ANFIS ini digunakan Root Mean Square Error (RMSE) terdapat pada persamaan 10.

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (y_i - \bar{y}_i)^2}{N}} \quad (10)$$

Selain itu untuk mengukur tingkat akurasi juga digunakan persamaan 11 dibawah ini :

$$Akurasi = \frac{\sum \text{angka benar}}{\sum \text{angka pengujian}} * 100\% \quad (11)$$

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai hasil uji coba serta evaluasi dari metode yang diusulkan dalam penelitian ini. Metode dalam penelitian ini diaplikasikan dengan didukung oleh hardware dan software dengan spesifikasi Processor Intel® Core™2 Duo T5750@2.00Ghz, memori 1014 MB, sistem operasi Windows 7, dan menggunakan Java Netbeans 6.9.1 dengan jdk1.6.0\_18.

### A. Dataset

Data yang digunakan dalam penelitian ini didapatkan dari data BMKG Karangploso Kabupaten Malang mulai bulan Januari 2011 – Januari 2012. Terdapat tiga buah kategori output untuk kondisi cuaca, yaitu : cerah, mendung, dan hujan dengan empat parameter unsur cuaca, yaitu : suhu, tekanan udara, kelembapan udara, dan kecepatan angin.

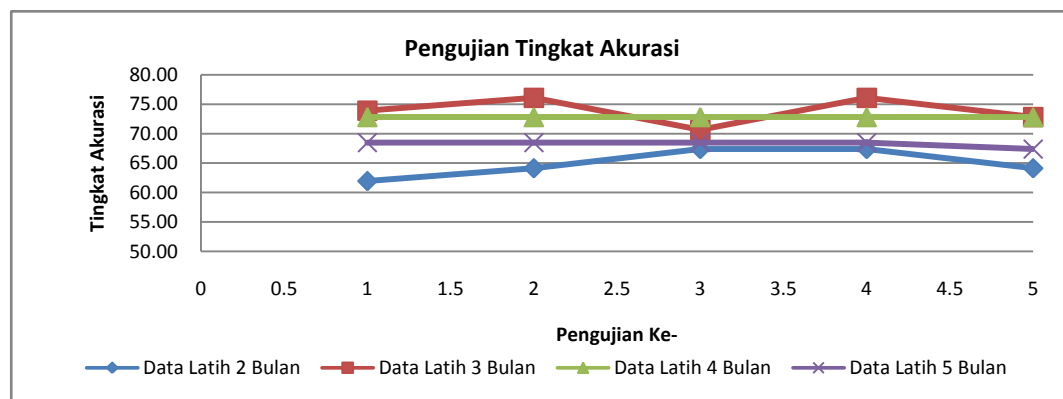
### B. Pengujian

Pengujian dilakukan dengan menggunakan data cuaca bulan Januari 2011 hingga januari 2012. Data latih yang digunakan terdiri dari 4 interval waku, yaitu : data latih 2 bulan (Januari 2011 – Februari 2011), data latih 3 bulan (Januari 2011 – Maret 2011), data latih 4 bulan (Januari 2011 – April 2011), dan data latih 5 bulan (Januari 2011 – Mei 2011). Sementara data uji yang digunakan adalah 1 bulan setelah data latih. Pengujian pertama dilakukan dengan menggunakan metode ANFIS untuk mendapatkan nilai parameter premis dan konsekuen yang optimal dimana selanjutnya akan digunakan untuk memprediksi kondisi cuaca pada satu bulan berikutnya. Prediksi 1 bulan berikutnya akan dilakukan dengan menggunakan variable unsur parameter cuaca yang diadaptkan dari hasil perhitungan dengan menggunakan metode moving average.

Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan dari setiap data latih yang terdiri dari empat jenis data latih dengan jumlah data yang berbeda – beda didapatkan hasil seperti yang berada pada tabel 1. Setiap data latih dilakukan sebanyak lima kali pengujian, dimana setiap hasil pengujian didapatkan nilai akurasi prediksi cuaca menggunakan metode gabungan fuzzy, jaringan syaraf tiruan dan moving average terhadap kondisi cuaca yang sebenarnya.

Tabel I. Hasil Percobaan

Data Latih	Percobaan ke- (%)					Rata-rata (%)
	1	2	3	4	5	
2 Bulan	61.96	64.13	67.39	67.39	64.13	65.00
3 Bulan	73.91	76.09	70.65	76.09	72.83	73.91
4 Bulan	72.83	72.83	72.83	72.83	72.83	72.83
5 Bulan	68.48	68.48	68.48	68.48	67.39	68.26



Gambar 2. Grafik pengujian tingkat akurasi

Berdasarkan pengujian yang melibatkan empat data latih yang berbeda seperti yang digambarkan pada gambar 2 dan tabel 1 terlihat bahwa pada penggunaan data latih 2 bulan didapatkan rata – rata akurasi sebesar 65%. Pada pengujian dengan menggunakan data latih 3 bulan didapatkan tingkat akurasi sebesar 73.91%, untuk data latih 4 bulan didapatkan rata – rata tingkat akurasi sebesar 72.83%. Sementara untuk data latih 5 bulan didapatkan rata – rata akurasi sebesar 68.26%. Penggunaan data latih 3 bulan terlihat memiliki akurasi yang paling tinggi dibanding yang lain hal ini dapat diakibatkan jika penggunaan data latih yang kecil seperti 2 bulan dimungkinkan proses pembelajaran atau pelatihan yang dilakukan tidak dapat optimal karena jumlah data yang kecil, sementara jika menggunakan data yang relative besar seperti 5 bulan dapat dimungkinkan noise atau derau yang ada dalam data cukup besar sehingga akan memperkecil tingkat akurasi yang ada.

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian dari penggunaan moving average dengan metode hybrid artificial neural network dan fuzzy inference system untuk prediksi cuaca adalah penggunaan data latih yang relative kecil untuk prediksi cuaca tidak akan mendapatkan tingkat yang tinggi karena proses pelatihan yang dilakukan tidak optimal, sementara penggunaan data latih yang terlalu besar justru menambah noise dalam data sehingga menurunkan akurasi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Tektas, "Weather Forecasting Using ANFIS and ARIMA MODELS," *Environ. Res. Eng. Manag.*, vol. 51, no. 1, pp. 5–10, 2010.
- [2] F. Rozi and F. Sukmana, "Metode Siklis dan Adaptive Neuro Fuzzy Inference System untuk Peramalan Cuaca," *J. Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.*, vol. 1, no. 1, pp. 7–13, 2016.
- [3] R. Saracoglu, K. Tutuncu, and N. Allahverdi, "A new approach on search for similiar documents with multiple categories using fuzzy clustering," *Expert Syst. Appl.*, pp. 2545–2554, 2008.
- [4] F. Rozi, C. Fatichah, and D. Purwitasari, "Ekstraksi Kata Kunci Berdasarkan Hipernim dengan Inisialisasi Klaster Menggunakan Fuzzy Association Rule Mining pada Pengelompokan Dokumen," *J. Teknol. Inf.*, vol. 13, no. 2, pp. 190–197, 2015.
- [5] F. Rozi and R. Kartadie, "Sinonim untuk Ekstraksi Kata Kunci Pada Pengelompokan Dokumen Menggunakan Fuzzy Association Rule Mining," *Semnasteknomedia*, vol. 4, no. 1, 2016.
- [6] M. Ohsaki, M. Nakase, and S. Katagiri, "Analysis of Subsequence Time - series Clustering Based on Moving Average," in *Ninth IEEE International Conference on Data Mining*, 2009, pp. 902–907.